

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg

Skolioseoperationen unter dem Gesichtspunkt von Komplikationen und kardio-pulmonalen Funktionen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Petra Gerlach
aus Erding

1983

1983 # 172





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546206_0104

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg

Skolioseoperationen unter dem Gesichtspunkt von Komplikationen und kardio-pulmonalen Funktionen

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Petra Gerlach
aus Erding

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. V. Becker

Referent: Prof. Dr. D. Hohmann

Tag der mündlichen Prüfung: 09.05.1983

1. Einleitung	
1.1 Geschichtliches über Skoliose und Lungenfunktion	1
1.2 Begriffsbestimmung	1
1.3 Verlauf und Progredienz	3
1.4 Geläufige Therapieformen zur Vermeidung einer Progredienz	
1.4.1 Konservative Behandlungsmethoden	4
1.4.2 Operative Skoliosenbehandlung	5
1.5 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit	7
2. Methodik	
2.1 Patientenkollektiv	8
2.2 Behandlungsmethoden	
2.2.1 Präoperative Behandlungsphase	11
2.2.2 Operative Behandlungsphase	12
2.3 Auswertungsmethoden	
2.3.1 Vitalkapazität	13
2.3.2 Ekg	13
3. Ergebnisse	
3.1 Untersuchungsergebnisse	
3.1.1 Allgemeines	14
3.1.2 Operationsspezifische Ergebnisse	
3.1.2.1 Operationssitzungen	14
3.1.2.2 Reoperationen	15
3.1.3 Komplikationen	
3.1.3.1 Unspezifische Komplikationen	16
3.1.3.2 Spezifische Komplikationen	17
3.2 Ekg-Veränderungen	
3.2.1 Präoperative Ekg-Veränderungen	18
3.2.2 Postoperative Ekg-Veränderungen	19



3.3 Vitalkapazität	
3.3.1 Präoperative Vitalkapazität	20
3.3.2 Postoperative Vitalkapazität	22
3.3.3 Vitalkapazität und Spondylodesenbezirk	24
3.4 Bluttransfusionen	27
3.4.1 Transfusionen und Spondylodesenbezirk	28
3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse	30
4. Diskussion	
4.1 Allgemeines	32
4.2 Komplikationen im Vergleich mit der DGOT	
4.2.1 Unspezifische Komplikationen	32
4.2.2 Spezifische Komplikationen	34
4.3 Ekg	36
4.4 Vitalkapazität	36
4.5 Bluttransfusionen	38
5. Zusammenfassung	39
6. Literatur	40

1. EINLEITUNG

1.1 Geschichtliches über Skoliose und Lungenfunktion

Bereits Hippokrates kannte das Bild des Skoliosekranken mit seinen Folgen und Komplikationen. Da sich bald zeigte, daß konservative Methoden zur erfolgreichen Behandlung nicht ausreichten, entwickelten sich Methoden der operativen Therapie, die eine Verbesserung der Wirbelsäulenverkrümmungen möglich machten. Anfänglich große Komplikationsraten konnten bis heute auf ein Minimum reduziert werden.

Erste Kenntnisse über veränderte Lungenfunktion bei Skoliose waren kurz nach Einführung des Spirometers möglich. 1854 berichtete SCHNEEVOGT, daß die Vitalkapazität bei Skoliosepatienten verringert sei.

Erst im Jahre 1939 wurde von CHAPMAN, DILLUND und GRAY-BIEL der Begriff kardio-pulmonales Versagen geprägt (VALENTIN, 1961). Sie fanden bei Skoliosepatienten das Totallungenvolumen vermindert, das Residualvolumen herabgesetzt und stellten Blutgasveränderungen bis zur respiratorischen Globalinsuffizienz fest.

1959 beschrieben BERGOFSKI und TURINO (FISHMAN, 1965) einen linearen Gradmesser zwischen dem Schweregrad der Skoliose und der Abnahme der Vitalkapazität.

Trotz umfangreicher Blutdurchflußmessungen der Lunge mit Xenon ¹³³ konnten DOLLERY et al. (1965) keine Erklärung der Ventilationsstörungen finden.

1.2 Begriffsbestimmung

Skoliosen sind dreidimensionale, irreversible Verbiegungen der Wirbelsäule. Im Gegensatz zu skoliotischer Fehlhaltung sind sie nicht funktionell sondern strukturell bedingt. Skoliosen entstehen während der Wachstumsphasen. Sie werden nach Seite (rechts- oder linkskonvex), Höhe (thorakal, thorakolumbal, lumbal) und Form (C= 1 Hauptkrümmung,

S= Hauptkrümmungen) beschrieben. Der Typus der Skoliose (Seite, Form, Höhe) bleibt konstant.

Je nach Ursache unterscheidet man folgende Skolioseformen (COBB, 1948; SCHEIER, 1975):

1. Myopathische Skoliosen: entstehen durch Muskeldystrophie oder angeborene Muskelerkrankungen.
2. Neuropathische Skoliosen: entstehen durch Erkrankung an Syringomyelie, Poliomyelitis sowie spastischer oder cerebraler Lähmungen.
3. Statische Skoliosen: entstehen durch Verbiegung der Wirbelsäule infolge Beckenschiefstandes (z.B. bei Beinverkürzung).
4. Fibropathische Skoliosen: entstehen bei Marfansyndrom, nach Narben (z.B. Thoracoplastik) und Pleurascharoten.
5. Osteopathische Skoliosen: entstehen bei angeborenen knöchernen Mißbildungen (z.B. Keilwirbelbildung, Chondrodystrophie) sowie nach Traumata bei Wirbelkörperfraktur.
6. Idiopathische Skoliosen: haben keine bekannte Genese und machen ca. 90% aller mitteleuropäischen Skoliosen aus. Sie lassen sich gemäß dem Zeitpunkt ihres Auftretens nach STAGNARA (1965) weiterhin einteilen in:
 - a. Säuglingsskoliosen: beobachtet bis zum 1. Lebensjahr. Als Ursache werden krankhafte Prozesse der Zwischenwirbelscheiben bzw. der enchondralen Wachstumsfugen diskutiert.
 - b. Infantile Skoliosen: zwischen 1. und 4. Lebensjahr auftretend.
 - c. Juvenile Skoliosen: treten zwischen dem 4. Lebensjahr und der Pubertät auf.
 - d. Adoleszenten skoliosen: treten zwischen Pubertät und Skelettreifung auf. Sie stellen die häufigste Form der idiopathischen Skoliose dar.

Weiterhin werden bei Skoliosen 4 Schweregrade nach LIPPMANN und COBB unterschieden.

1. Leichte Form: Krümmung bis 40° .
2. Mittelschwere Form: Krümmung $40-60^{\circ}$.
3. Schwere Form: Krümmung $60-80^{\circ}$.
4. Sehr schwere Form: Krümmung über 80° .

1.3 Verlauf der Erkrankung und Progredienz

Die unbehandelte Skoliose ist heute in Mitteleuropa selten geworden. Über ein großes Kollektiv unbehandelter Patienten konnten JAMES (1954), PONSETTI (1956) und FRIEDMAN (1956) berichten. WINTER und MOE (1968) veröffentlichten eine Untersuchung von 234 behandelten und unbehandelten Skoliosen. Zusammenfassend stellten alle Autoren fest, daß die unbehandelte, insbesondere idiopathische Skoliose immer progredient verläuft.

Die größte Zunahme der Wirbelsäulenverkrümmung ist während des Wachstumsschubs im Alter zwischen 10 und 15 Jahren zu verzeichnen. Die Skoliose verläuft um so progredienter, je proximaler der Skoliosescheitel sitzt. Nach HEINE (1976) kann bei Mädchen mit idiopathischer Thorakalskoliose nach Überschreiten eines Winkels von 20° nach COBB eine durchschnittliche, jährliche Progredienz von 5° während des Wachstums erwartet werden. Dabei verdoppelt sich die Progredienz im 9. und 10. Lebensjahr. Bei Knaben verschiebt sich diese Progredienz auf das 14. bis 17. Lebensjahr.

Die Progredienz der Wirbelsäulenverkrümmung führt zu einer körperlichen Verunstaltung, unter der unbehandelte Skoliosepatienten leiden. Allein die psychischen Folgen für Skoliotiker stellen eine Indikation zur Behandlung dar. Die soziale Außenseiterstellung (Einschränkung der Berufswahl, frühzeitige Arbeitsunfähigkeit und Belastung der sozialen Einrichtungen) läßt sich durch frühzeitige Behandlung vermeiden. Die Wirbelsäulenverkrümmung führt zu einer räumlichen Einengung und dadurch zu verminderter Leistungsfähigkeit der

intrathorakalen Organe. Zunächst kommt es zu einer Verringerung der ventilatorischen und zirkulatorischen Reserven, wobei anfangs die Funktionsstörungen nur unter Belastung auftreten (SCHNEIDER, 1962). Später entwickelt sich dann das Vollbild eines chronischen cor pulmonale mit kardialer und respiratorischer Globalinsuffizienz.

Spontane myelogene Komplikationen wie Lähmungen und Sensibilitätsstörungen können ebenfalls nur durch frühzeitige Behandlung vermieden werden.

1.4 Geläufige Therapieformen zur Vermeidung einer Progredienz

1.4.1 Konservative Behandlungsmethoden

Ziel jeder Behandlung der Skoliose ist, einen progredienten Verlauf der Verkrümmung aufzuhalten und möglichst die Skoliose zu verbessern. Besonders bei der idiopathischen Skoliose im Kindesalter gilt es, das durch ständig exzentrischen Druck auf die Wirbelkörperapophysen hervorgerufene, seitenungleiche Wachstum zu verhindern.

Ebenso wie die Krankengymnastik stellt die konservative Korsettherapie eine notwendige, die operative Behandlung unterstützende und vorbereitende Behandlungsmaßnahme dar.

Die Extensionsbehandlungen dienen der präoperativen Kontrakturlockerung und erleichtern die Technik der intraoperativen Korrektur.

- a. Cotrell-Dauerextension: Zuggurtung mit Beckengürtel und Glissonschnlle (BAUER, GFÖLLER, 1976).
- b. Ducroquet-Korsett: Eine Glissonschnlle wird mit Metallbügeln an einem Gipsbeckenkorb befestigt; der Patient führt dabei die Extensionsbehandlung aktiv aus.
- c. Halofemorale Extension: Zug durch Schrauben am Schädelknochen und Oberschenkelgurt (PERRY, GARRETT, NICKEL, 1976).
- d. Halo-Pelvic-Apparat: Zug zwischen Halo und Beckenring (O'BRIEN, 1976).
- e. Halo-Schwerkraft-Extension: Zug zwischen Halo und Eigengewicht.

Die konservativen Behandlungsmethoden sind jedoch auch nicht risikofrei. Typische Komplikationen stellen das Cast-Syndrom, Druckulcera und Hautveränderungen dar.

- a. Cast-Syndrom (Spinaltraktionssyndrom): Bei starker Extension der Wirbelsäule kommt es zu einem Zug an der Mesenterialwurzel und der Art. mesenterica superior. Daraus kann ein paralytischer Ileus mit rechtsseitigen Oberbauchbeschwerden und Erbrechen resultieren (WILLET, 1878; WINTER, EDWARDS und HALL, 1956). Meist reicht konservative Behandlung zur Behebung des Ileus aus (MEZNIK, 1975).
- b. Hautveränderungen: Durch Gipsdruck können Hautulcera auftreten. Pigmentierungen und Depigmentierungen werden bei der Gipsbehandlung häufig beobachtet.

Durch physikalische Dauermaßnahmen wird eine Korrektur der Wirbelsäulenverkrümmung angestrebt. Die physikalische Operationsvorbereitung erfordert aktive Mitarbeit des Patienten und seiner Umgebung. Einsichtigkeit und häusliches Milieu entscheiden oft über Erfolg und Mißerfolg der therapeutischen Bemühungen. Eine Idealform der physikalischen Langzeitversorgung besteht nicht. Alle konservativen Behandlungsmethoden dienen der Erleichterung und Erfolgssicherung der intraoperativen Korrektur.

1.4.2 Operative Skoliosebehandlung

Für progrediente Krankheitsverläufe wurden operative Therapieformen entwickelt. Aus heutiger Sicht besteht Operationsindikation bei einer Verkrümmung von über 50 ° nach COBB, wenn vor, während oder nach Abschluß des Wachstums eine zu erwartende Progredienz verhindert werden soll. Operative Eingriffe im Kindesalter können bei angeborenen Skoliosen erforderlich werden, um einer Dekompensation der Krümmung vorzubeugen und dadurch kardiorespiratorische Spätfolgen zu verhindern. Nach Wachstumsabschluß ist die operative Korrektur bei Wirbelsäulenschmerzen, kardiorespiratorischen Komplikationen und neurologischen Folgeerscheinungen indiziert. Zwei-

felsohne stellt der kosmetisch entstellende Eindruck des Skoliosepatienten eine schwerwiegende psychosoziale Komplikation dar, die durch einen operativen Eingriff günstig beeinflusst wird.

Als operationstechnische Möglichkeiten stehen zur Wahl:

1. Dorsaler Zugang:

- a. Operation nach RISSER-MOE: Operation ohne Verwendung eines stabilisierenden Instrumentariums. Mit Hilfe der Entknorpelung der Gelenkfacetten und ohne Verwendung autologen Knochenmaterials wird eine zuverlässige Spondylodese erreicht.
- b. Operation nach HARRINGTON: Wirbelsäulenfusion mit dem Harringtoninstrumentarium. Nach dorsalem Zugang zur Wirbelsäule wird an der Konkavseite der Krümmung ein Distraktions- und eventuell an der Konvexseite ein Kompressionsstab angebracht, der proximal mit einem Haken interartikulär und distal am Wirbelbogen fixiert wird. Bei zwei axialen Stäben können diese nach COTRELL außerdem noch durch eine Querverbindung stabilisiert werden. Der Versteifungsbezirk der dorsalen Wirbelkörper wird mit Knochenspänen fusioniert, und die Wirbelgelenke werden entknorpelt (MATZEN, 1975).

2. Ventraler Zugang:

- a. Keilwirbelresektion: Hierbei wird ein Knochenkeil sowohl aus dem Wirbelkörper als auch aus dem kranialen und dorsalen Wirbeln je nach erwünschter Korrektur entnommen. Die erreichte Korrektur wird entweder durch einen Harrington-Kompressionsstab oder durch das DWYER-Instrumentarium bis zur knöchernen Heilung gesichert.
- b. Wirbelsäulenfusion nach DWYER: Bei dieser Fusion werden an der Konvexseite der Krümmung Schrauben mit Ösen an den Wirbelkörpern befestigt. Durch diese Ösen zieht ein Kabel, das nach Resektion der Band-

scheiben von Segment zu Segment angezogen wird. Durch diese Technik können massive Verkrümmungen beseitigt werden (HENKE, 1975).

- c. Ventrale Derotationsspondylodese nach ZIELKE: Die Korrektur der Skoliose erfolgt durch einen Gewindestab, analog zum Kompressionsstab nach Harrington. Anschließend wird eine Derotation durchgeführt, wobei die Mitte des Gewindestabes und die Endschrauben des Spondylodesebezirkes die Ansatzpunkte bilden. Bei der Derotierung entsteht als positiver Nebeneffekt eine Lordosierung der Wirbelkörper (STUNKAT, 1977).

1.5 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit

Die vorliegende Arbeit stellt einen Versuch dar, einen Beitrag zur Beurteilung operativer Behandlungsmethoden bei Skoliosen am Patientenkollektiv der Universitätsklinik für Orthopädie in Erlangen zu geben. Anhand der Zusammenstellung von prä- und postoperativen Komplikationen soll in Anlehnung an die DGOT-Sammelstudie über operierte Skoliosen (ROMPE, 1976) eine Übersicht sowohl der Komplikationen als auch der allgemeinmedizinischen Behandlungsergebnisse erarbeitet werden. Dabei werden in der Literatur beschriebene Komplikationen zusammengefaßt und eigene operativ-methodische und postoperative Komplikationen verglichen.

In Abhängigkeit des Schweregrades der operativen Eingriffe werden die Menge der Bluttransfusionen und deren Komplikationen beschrieben.

Elektrokardiographische Veränderungen sowie Änderungen der Vitalkapazität postoperativ geben Aufschluß über den Zustand kardialer und pulmonaler Funktionen nach erfolgter Skolioseoperation.

2. Methodik

2.1 Patientenkollektiv

Von den an der Orthopädischen Universitätsklinik Erlangen von 1970 bis 1979 operierten Patienten gingen in die folgende Studie 72 Patienten ein. Davon waren 56 weiblich und 16 männlich. Das Alter betrug zwischen 6 und 25 Jahren (Tab. 1 und Abb. 1). Davon fanden im Alter von 11 bis 18 Jahren die Mehrzahl der Operationen statt. (62 von 72 Patienten).

Alter in Jahren	Anzahl der Patienten	Krümmungswinkel in Grad
6	2	20,63
7	1	53
10	1	45
11	5	60,100,82,80,48
12	6	115,98/69,56,61,95,35
13	10	50/68/53,40,80,45,52,68,47,90,103,95
14	12	72,47,70,100,66,61/28,125,49,50/33 35,82/90,103
15	11	60/44,82,73,95/60,80/90,58,80/74 82,39,48,62
16	9	46,68,80,82,55,95,43/78,65,105
17	5	82,95,70/55,65,82
18	4	128/100,120,69,80
19	1	59
20	1	85
22	1	85
23	1	150
24	1	161
25	1	95/52

Tab. 1: Altersverteilung der Skoliosepatienten n=72, Krümmungswinkel der zu operierenden Skoliosen in Grad nach COBB n=72
(x/y/z = 2- und 3fach-Krümmungen)

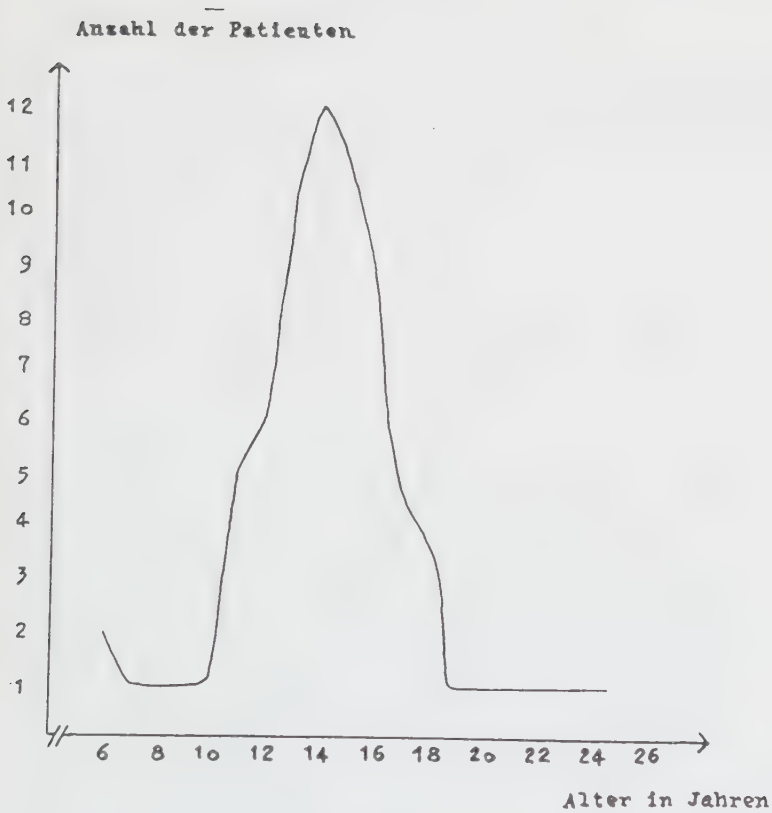


Abb. 1: Alterverteilung der operierten Skoliosepatienten.
n=72

Die Skoliosekrümmungswinkel betrugen zwischen 20° und 161° nach COBB (Tab. 1 und Abb. 2) und schlossen 2- und Mehrfachkrümmungen ein.

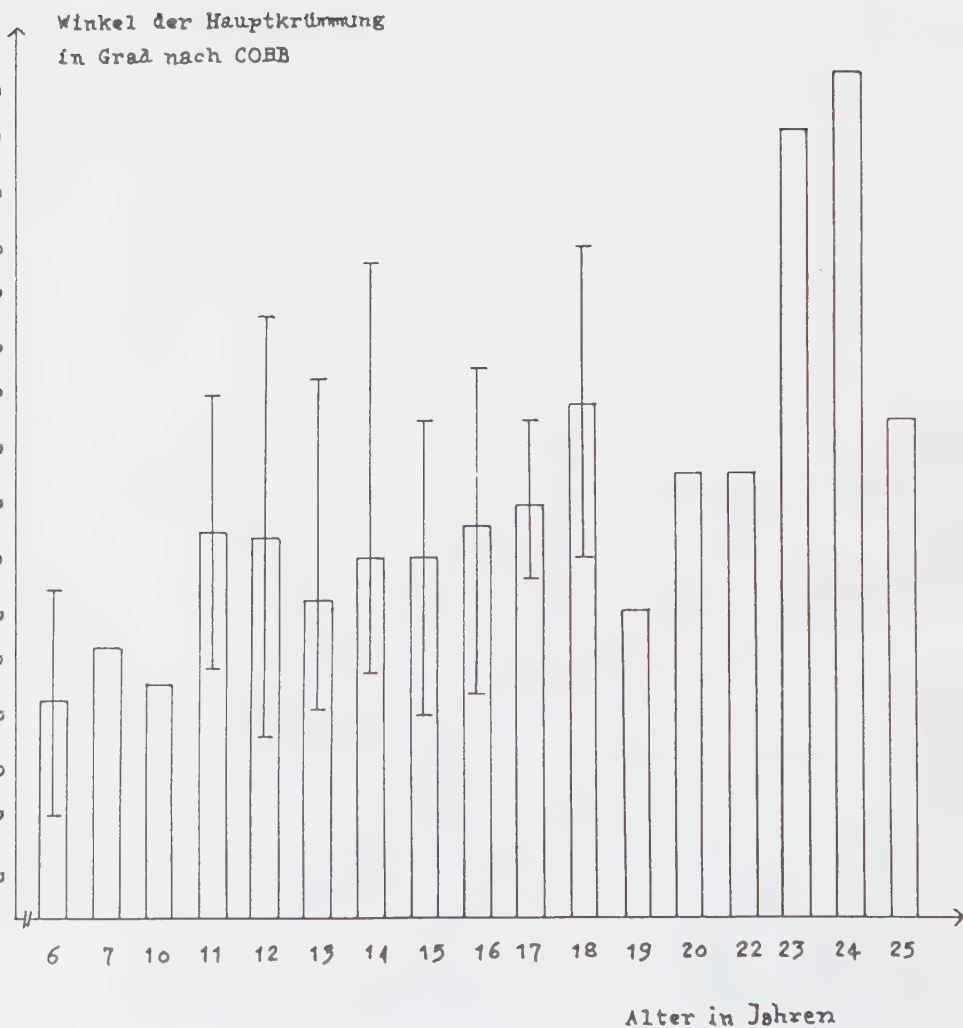


Abb. 2: Altersverteilung der durchschnittlichen Krümmungswinkel mit Grenzen. n=72

Es handelte sich um 59 idiopathische Skoliosen (82%), 8 kongenitale Skoliosen (11%), 3 Skoliosen bei Marfan-Syndrom und 2 neuropathische Skoliosen (2%). Siehe Tab. 2.

Art der Skoliose	Anzahl der Patienten	%-Anteil
Idiopathisch	59	82
Kongenital	8	11
bei Marfan-Syndrom	3	4
Neuropathisch	2	3

Tab. 2: Art und Anzahl der operierten Skoliosen und ihr prozentualer Anteil. n=72

Alle bis auf 6 in die Untersuchung eingehenden Patienten wurden präoperativ extendierend vorbehandelt. Diese Behandlung bestand in regelmäßiger Krankengymnastik gefolgt und/oder kombiniert mit Dauerextensions- und -korsettbehandlung. Alle Operationen wurden als dorsale Spondylodese nach HARRINGTON durchgeführt (Definition s. unten). Wir untersuchten die Anzahl der notwendigen Operationssitzungen (ohne Reoperationen) und die Anzahl der nötigen Reoperationen sowie deren Ursachen. Bei allen Patienten wurde eine dorsale Spondylodese durch Versteifung der Wirbel durchgeführt. Die Spondylodesenlänge wurde durch die Art und Stärke der Krümmung bestimmt. Anlagerung von autologem Knochenmaterial fand bei allen Patienten statt. Die Auswertungen wurden anhand von Krankenblattunterlagen vorgenommen. Zum Teil wurden gezielte Nachuntersuchungen durchgeführt.

2.2 Behandlungsmethoden

2.2.1 Präoperative Behandlungsphase

Bei der präoperativen Behandlung der 66 Patienten (Tab. 3) wurde die Halo-Schwerkraftextension in 36 Fällen mit einer durchschnittlichen Behandlungszeit von 6,5 Wochen durchge-

führt. 23 Patienten wurden mit einem Ducroquet-Korsett durchschnittlich 6,1 Wochen behandelt. In 2 Fällen benutzte man das Cotrell-Korsett über im Mittel 15,3 Wochen. In jeweils 1 Fall bevorzugten wir Abbott-Gips, Glisson-Schlinge, EDF-Korsett, Crutchfield-Bügel und Halo-Pelvic-Apparat. 6 der insgesamt 72 Patienten wurden ohne vorhergehende Extensionsbehandlung operiert. Ergänzend wurde krankengymnastisch vorbehandelt.

Art der präop. Behandlung	Anzahl der Patienten	Behandlungsdauer in Wochen
Halo-Schwerkraft-Extension	36	6,5
Ducroquet-Korsett	23	6,1
Cotrell-Korsett	2	15,3
Abbott-Gips	1	7,0
Halo-Pelvic-App.	1	4,0
Crutchfieldbügel	1	3,0
Missionsschlinge	1	3,0
EDF-Korsett	1	18,0

Tab. 3: Art der präoperativen Behandlung und durchschnittliche Behandlungsdauer in Wochen. n=66

2.2.2 Operative Behandlungsphase

Verwendung des Harrington-Instrumentariums

49 Patienten wurden mit jeweils 1 Harrington-Distraktor operiert. 7 Patienten erhielten 2 Harrington-Distraktoren. 2 Patienten bekamen 1 Harrington-Kompressor. 3 Patienten erhielten jeweils 1 Distraktor und 1 Kompressor. 6 Patienten erhielten 1 Harrington-Distraktor mit 1 Sakralstab. 1 Patient bekam 2 Distraktoren und 1 Kompressor. 3 Patienten bekamen jeweils 2 Distraktoren mit einem Sakralstab. 1 Patient erhielt 2 Kompressoren und 1 Sakralstab (keine typische Harringtonoperation). (Tab. 4).

Innere Fixierung durch	Anzahl	Anzahl der Patienten
H.-Distraktor	1	49
	2	7
H.-Kompressor		2
Distr. + Kompr.		3
2 Distr. + Kompr.		1
Distr. + Sakralst.		6
2 Distr. + Sakralst.		3
2 Kompr. + Sakralst.		1

Tab. 4: Innere Fixierung der einzelnen Operationen.
n=72

Dorsale Spondylodese

Bei allen 72 Patienten wurde eine dorsale Spondylodese durch Versteifung der Wirbelbögen in Abhängigkeit der Krümmung durchgeführt. Durch Anlagerung von autologem Knochenmaterial aus der Darmbeinschaukel wurde diese Versteifung stabilisiert.

2.3 Auswertungsmethoden

2.3.1 Vitalkapazität

Unter Vitalkapazität versteht man das Lungenvolumen, das durch maximale Inspiration und maximale Expiration geatmet wird. Die Atembewegung des Patienten wird auf einer Registrierkarte graphisch dargestellt und mit Hilfe eines Nomogramms (Sollwerterrechnung) ausgewertet.

2.3.2 Ekg

Präoperativ wurde bei allen Patienten ein Ekg geschrieben und von einem Internisten ausgewertet. Ekg-Veränderungen wurden registriert und bei einem Teil der Patienten, die 1 Jahr

nach der Operation nachuntersucht werden konnten mit den Kontroll-Ekgs verglichen. Damit sollten eventuell skoliose-spezifische Ekg-Veränderungen postoperativ nachgewiesen werden.

3. Ergebnisse

3.1 Untersuchungsergebnisse

3.1.1 Allgemeines

Im Folgenden werden die Komplikationen der heute angewandten Skoliosetherapie beschrieben und interpretiert. Zusätzlich untersuchten wir den Zusammenhang zwischen den Veränderungen der Ekgs und der Vitalkapazität bei Skoliosepatienten vor und nach operativer Korrektur und versuchten eine Wertung der Ergebnisse.

3.1.2 Operationsspezifische Ergebnisse

3.1.2.1 Operationssitzungen

Bei 66 Patienten war 1 Operationssitzung (ohne Reoperation) erforderlich. Bei 6 Patienten waren 2 Operationssitzungen nötig. Dabei wurden in 3 Fällen zusätzlich ein Rippenbuckel reseziert, in je 1 Fall fand eine Columnotomie bzw. eine Laminektomie statt. in 1 Fall war eine Revision mit plastischem Ersatz durch Eigenrippen nach tuberkulöser Spondylitis notwendig. (Tab. 5).

Anzahl der Op.- Sitzungen	weiblich	männlich
1	51	15
2	5	1

Tab. 5: Anzahl der Operationssitzungen ohne Reoperation. n=72

3.1.2.2 Reoperationen (wegen Komplikationen)

Bei unseren Patienten waren bis zu 3 Reoperationen nötig. 1 Reoperation fand bei 8 Patienten statt. Als Ursache fand sich in allen 8 Fällen Stabilitätsverlust durch Stabluxation, Hakenluxation bzw. -ausriß und Wirbelbogenfraktur. 2 Reoperationen waren bei 2 Patienten notwendig. Dabei lag als Ursache bei 1 Patienten 2malige Stablockerung und bei 1 Patienten 2maliges Auftreten einer postoperativen passageren Lähmung vor. Es wurde 2 Tage nach der Operation nachgespannt. 3 Reoperationen mußte sich 1 Patient unterziehen. Die erste Reoperation fand wegen einer tiefen Infektion, die zweite wegen Stablockerung und die dritte wegen innerem Dekubitus statt. (Tab. 6).

	Pat.Zahl	Stablockerung	Pass.Lähm.	Inf.	Dekubitus
1 Reop.	8	8	0	0	0
2 Reop.	2		0	0	0
1 Reop.		1 ⁺	1 ⁺	0	0
2 Reop.		1	1	0	0
3 Reop.	1				
1 Reop.		0	0	1 ⁻	0
2 Reop.		1 ⁻	0	0	0
3 Reop.		0	0	0	1 ⁻

Tab. 6: Anzahl der Reoperationen und ihre Ursachen.

+/- jeweils derselbe Patient. n=15

3.1.3 Komplikationen

Bei der Skoliosebehandlung bilden konservative und operative Therapie eine Einheit. Deshalb haben wir alle bei uns auftretenden Komplikationen unabhängig vom Zeitpunkt des Auftretens zusammengefaßt. Je nach Ursache unterscheiden wir Komplikationen, die durch konservative Behandlungsmethoden, durch allgemeines Operationsrisiko, durch operationstech-

nach der Operation nachuntersucht werden konnten mit den Kontroll-Ekgs verglichen. Damit sollten eventuell skoliose-spezifische Ekg-Veränderungen postoperativ nachgewiesen werden.

3. Ergebnisse

3.1 Untersuchungsergebnisse

3.1.1 Allgemeines

Im Folgenden werden die Komplikationen der heute angewandten Skoliosetherapie beschrieben und interpretiert. Zusätzlich untersuchten wir den Zusammenhang zwischen den Veränderungen der Ekgs und der Vitalkapazität bei Skoliosepatienten vor und nach operativer Korrektur und versuchten eine Wertung der Ergebnisse.

3.1.2 Operationsspezifische Ergebnisse

3.1.2.1 Operationssitzungen

Bei 66 Patienten war 1 Operationssitzung (ohne Reoperation) erforderlich. Bei 6 Patienten waren 2 Operationssitzungen nötig. Dabei wurden in 3 Fällen zusätzlich ein Rippenbuckel reseziert, in je 1 Fall fand eine Columnotomie bzw. eine Laminektomie statt. in 1 Fall war eine Revision mit plastischem Ersatz durch Eigenrippen nach tuberkulöser Spondylitis notwendig. (Tab. 5).

Anzahl der Op.- Sitzungen	weiblich	männlich
1	51	15
2	5	1

Tab. 5: Anzahl der Operationssitzungen ohne Reoperation. n=72

3.1.2.2 Reoperationen (wegen Komplikationen)

Bei unseren Patienten waren bis zu 3 Reoperationen nötig. 1 Reoperation fand bei 8 Patienten statt. Als Ursache fand sich in allen 8 Fällen Stabilitätsverlust durch Stabluxation, Hakenluxation bzw. -ausriß und Wirbelbogenfraktur. 2 Reoperationen waren bei 2 Patienten notwendig. Dabei lag als Ursache bei 1 Patienten 2malige Stablockerung und bei 1 Patienten 2maliges Auftreten einer postoperativen passageren Lähmung vor. Es wurde 2 Tage nach der Operation nachgespannt. 3 Reoperationen mußte sich 1 Patient unterziehen. Die erste Reoperation fand wegen einer tiefen Infektion, die zweite wegen Stablockerung und die dritte wegen innerem Dekubitus statt. (Tab. 6).

Pat.Zahl		Stablockerung	Pass.Lähm.	Inf.	Dekubitus
1 Reop.	8	8	0	0	0
2 Reop.	2		0	0	0
1 Reop.		1 ⁺	1 ⁺	0	0
2 Reop.		1	1	0	0
3 Reop.	1				
1 Reop.		0	0	1 ⁻	0
2 Reop.		1 ⁻	0	0	0
3 Reop.		0	0	0	1 ⁻

Tab. 6: Anzahl der Reoperationen und ihre Ursachen.

+/- jeweils derselbe Patient. n=15

3.1.3 Komplikationen

Bei der Skoliosebehandlung bilden konservative und operative Therapie eine Einheit. Deshalb haben wir alle bei uns auftretenden Komplikationen unabhängig vom Zeitpunkt des Auftretens zusammengefaßt. Je nach Ursache unterscheiden wir Komplikationen, die durch konservative Behandlungsmethoden, durch allgemeines Operationsrisiko, durch operationstech-

nische Vorgänge und materialbedingt hervorgerufen werden. Weiterhin unterscheiden wir nach Art und Wertigkeit der neurogenen, hämodynamischen und allgemeinen Komplikationen. Schließlich werden die Maßnahmen und deren Erfolg beschrieben.

3.1.3.1 Unspezifische Komplikationen

Als unspezifische Komplikationen bezeichnen wir Störungen und ihre Folgen, die bei jeder Gips- und Extensionsbehandlung sowie bei jedem Eingriff intra- und postoperativ auftreten können.

1. Kardiale und hämodynamische Komplikationen

Bei allen 93 operativen Eingriffen einschließlich der Zusatz- und Reoperationen kam es in keinem Fall zu Herzstillstand oder Herzrhythmusstörungen. Außer einer intraoperativ stillbaren venösen Blutung eines größeren Gefäßes kam es zu keinen nennenswerten Blutungen. Bei 1 Patientin trat ein Stressulcus auf; es ließ sich Blut aus der Magensonde aspirieren.

2. Ulcerata und Infektionen

In 8 Fällen traten durch prä- und postoperative Gipsversorgung oberflächliche Ulcera auf. 6 davon heilten ohne spezielle Behandlung aus; in 2 Fällen mußte eine Staphylococcus aureus-Infektion antibiotisch behandelt werden. In 1 Fall entwickelte sich eine Pneumonie, die ebenfalls wie eine tiefe Infektion eines anderen Patienten antibiotisch ausgeheilt werden konnte. In 1 Fall kam es postoperativ zu einer Gastroenteritis mit Elektrolytentgleisung, was zu einer Verlegung in die Universitätskinderklinik führte. Transfusionsbedingte Hepatitis B-Infektion wurde uns in 4 Fällen bekannt.

3. Allergische Reaktionen

In 4 Fällen traten allergische Reaktionen auf, die komplikationslos beherrscht werden konnten. In 1 Fall handelte es sich um eine anergisch-hyperergische Reaktion, in 3 Fällen um je eine allergische Hautreaktion auf Transfusion, Gips und Ampicillin.

3.1.3.2 Spezifische Komplikationen

Als spezifische Komplikationen bezeichnen wir Störungen und ihre Folgen, die speziell bei der konservativen und operativen Skoliosebehandlung auftreten können. Wir unterscheiden neurogene, operationstechnische und materialbedingte Komplikationen.

1. Neurogene Komplikationen

Als schwerwiegendste Komplikation entwickelte sich bei 1 Patientin eine schlaffe Beinlähmung, die bereits kurz nach der Operation beim Umlagern der Patientin als Paraplegie beobachtet wurde. In 1 Fall kam es zu einem Konussyndrom mit bleibender Blasen- und Mastdarmlähmung sowie Reithosenanästhesie. Als weitere bleibende Komplikationen hatten wir 1 Fall von linksseitiger Peronäuslähmung und 1 Fall von Abduktorenschwäche rechts, kombiniert mit einer Ataxie links. Die übrigen neurogenen Störungen waren alle voll reversibel. In 1 Fall kam es während der Extensionsbehandlung zu einem inkompletten Querschnittssyndrom, das sich nach der Operation bis auf eine minimale Beinschwäche zurückgebildet hatte. Bei einer Rippenbuckelresektion kam es zu einer restituierbaren Plexuslähmung des rechten Armes. Wir bemerkten eine reversible Paraplegie bei einem pathologischen Aufwachtest (nach Implantation des Harringtonstabes wird die Narkose kurzfristig unterbrochen, und der Patient aufgefordert, die Zehen zu bewegen, um eine Lähmung durch die Extension des Stabes frühzeitig zu erkennen und zu beheben, STAGNARA, 1977). Durch Extensionsbehandlung kam es bei 1 Patienten zu einer kurzfristigen Tonuserhöhung der rechten Armmuskulatur, die durch Lockerung der Extension behoben werden konnte. Bei 2 Mädchen kam es während der Extensionsbehandlung zu leichten Sensibilitätsstörungen der Beine, die ebenfalls durch Extensionsverminderung reversibel waren.

2. Operationstechnisch bedingte Komplikationen

In 4 Fällen beobachteten wir einen Hämatothorax, der durch sofortige Absaugung komplikationslos beherrscht werden

konnte. Die Ursache war in 1 Fall eine Columnotomie, in 1 Fall eine Reoperation und in 2 Fällen die Verwendung eines Kompressionsstabes, bei dem bekanntlich ein höheres Hämato-pneumothoraxrisiko besteht.

Bei 1 Patienten beobachteten wir eine Duraeröffnung mit Liquoraustritt, woraus jedoch keine weitere Komplikation entstand.

3. Materialbedingte Komplikationen

In der praeoperativen Phase kam es in 1 Fall zu einem Halo-ausriß.

Bei 8 Patienten mußte wegen Hakenausriß reoperiert werden. In 1 Fall lag als Ursache ein erhebliches Trauma (Autounfall) vor, in den übrigen Fällen konnte von uns keine äußere Ursache gefunden werden. Stablockerung in 4 Fällen führte zu 2 Reoperationen. In den 2 anderen Fällen waren die Wirbel-säulenverhältnisse bereits so konsolidiert, daß die Stabent-fernung als planmäßig bezeichnet werden konnte.

In je 2 Fällen trat wahrscheinlich aufgrund schlechter Bio-mechanik ein Stabbruch auf, sodaß 2 vorzeitige Stabentfer-nungen durchgeführt werden mußten.

Ein Sakralstabdurchstich führte zu einer weiteren außerplan-mäßigen Stabentfernung.

3.2 Ekg-Veränderungen

3.2.1 Präoperative Ekg-Veränderungen

Die Beurteilung 58 fachinternistisch ausgewerteter präopera-tiver Ekg's ergab bei 46 Mädchen und 2 Knaben ein unauffälli-ges, der Altersnorm entsprechendes Ekg. Bei 6 Mädchen bestan-den organische Schäden am Herzen; 2 Mädchen hatten eine Rechtsherzhypertrophie und 1 Mädchen eine Linksherzhypertrophie. Bei 1 Patientin entdeckte man einen offenen Ductus Botalli. Weiterhin fand man einen Ventrikelseptumdefekt und als La-geanomalie einen überdrehten Linkstyp.

Leistungsbedingte Schäden waren bei 4 Patienten aufgefallen. 1 Patient hatte ein Wolff-Parkinson-White-Syndrom, ein wei-terer Rechtsverspätung. In 2 Fällen bestand Kaliummangel.

Bei keinem der aufgeführten Probanden ergab sich eine Kontraindikation zur Operation von seiten des Ekg.

Außer der Rechtshypertrophie in 2 Fällen können keine der organisch oder leitungsbedingten Ekg-Veränderungen spezifisch auf die vorhandene Skoliosegrunderkrankung zurückgeführt werden. Umgekehrt ist bekannt, daß intrathorakale Mißbildungen oft mit einer Skoliose einhergehen. (Tab. 7).

3.2.2 Postoperative Ekg-Veränderungen

Bei insgesamt 18 weiblichen und 5 männlichen Patienten wurde anläßlich der Stabentfernung erneut ein Ekg angefertigt. Dabei waren die Ekg's von 17 Mädchen und 4 Knaben unauffällig. Bei 1 Patientin mit früherer Rechtsherzhypertrophie und 1 Patienten, der vor der Operation eine Rechtsverspätung gezeigt hatte, konnten keine pathologischen Veränderungen mehr festgestellt werden. Früher unauffällige Patienten zeigten auch bei der Nachuntersuchung keine pathologischen Ekg-Veränderungen. (Tab. 7).

Anzahl der Patienten		weibl. 52	männl. 14
präop.Veränderungen	unauffällig	46	12
	auffällig	8	2
	Rechtshypertrophie	2	0
	Linkshypertrophie	1	0
	Duct.Botalli	1	0
	Ventrikelseptumdef.	1	0
	überdrehter Linkstyp	1	0
	WPW-Syndrom	0	1
	Rechtsverspätung	0	1
	Kaliummangel	2	0
Postop.Veränderungen bei Nachuntersuchung			
Anzahl der Patienten		18	5
	unauffällig	18	5
	auffällig	0	0
	früher auffällig jetzt unauffällig	2	2
	früher unauffällig jetzt auffällig	0	0

Tab. 7: Prä- und postoperative Ekg-Veränderungen n=66/ 23

3.3 Vitalkapazität

3.3.1 Veränderungen der Vitalkapazität präoperativ

Bei unseren Untersuchungen zeigt sich, daß die Vitalkapazität, die bei 44 Mädchen und 8 Knaben präoperativ gemessen wurde, durch die Thoraxdeformität bei Skoliosen eingeschränkt war. Dabei spielten Geschlechtsunterschiede keine signifikante Rolle.

Aufgrund unserer Messungen beobachteten wir, daß bei allen Skoliosepatienten die tatsächliche Vitalkapazität (Ist-Wert) kleiner als die altersentsprechende Vitalkapazität (Soll-Wert) war. Der Ist-Wert wurde in Prozent vom Soll-Wert (100%) ausgedrückt. Die mittlere Einschränkung der Vitalkapazität präoperativ betrug bei 55 Messungen 33%. Bei den 15 Patienten, bei denen später postoperative Vergleichsmessungen durchgeführt werden konnten, variierte die präoperative Vitalkapazität zwischen 37% und 90%. Im Mittel betrug die Vitalkapazität 72% mit einer Standardabweichung von $\pm 13\%$.

Betrachtet man nun die präoperative Vitalkapazität in Abhängigkeit der Lokalisation der Krümmung, so kann man sagen, daß kein Unterschied zwischen rein thorakalen, thoracolumbalen oder Mehrfachkrümmungen besteht. (Tab. 8).

Es errechneten sich Mittelwerte der Vitalkapazität bei rein thorakalen Verkrümmungen von 67%, bei thoracolumbalen Verkrümmungen von 64% und bei Mehrfachkrümmungen von 76%.

Es muß jedoch gesagt werden, daß bei größerer Länge der Skoliosen die Vitalkapazitätseinschränkung tendenzmäßig größer ist als bei geringerer Länge der Verkrümmung. Dabei besteht bei rein thorakalen Krümmungen eine bessere Korrelation als bei den anderen oben genannten Gruppen.

Die Werte der Vitalkapazität wurden bei präoperativen Krümmungen zwischen 35° und 161° nach COBB gemessen. Die mittlere Krümmung betrug 75° . Wir versuchten nun eine Beziehung zwischen der präoperativen Krümmung und der dadurch eingeschränkten Vitalkapazität zu finden. Statistische Berechnungen nach dem Wilcoxon-Test ergaben jedoch keine signifikanten Korrelationen.

Thorakale Verkrümmung			Thoracolumbale Verkrümmung		
Nr.	VK präop.in%	Krümmungswinkel	Nr.	VK präop.%	Krümmungswinkel
1	55	62	1	37	135
2	48	58	2	85	61
3	84	47	3	80	90
4	30	55	4	33	161
5	30	85	5	82	47
6	95	60	6	91	120
7	87	45	7	30	35
8	86	47	8	70	68
9	40	56	MW	64	90
10	62	66	Cervico- und thoracosacrale Verkrümmung		
11	49	85	Nr.	VK präop.%	Krümmungswinkel
12	85	68	1	70	85
13	70	69	2	57	60
14	63	150	MW	64	72
15	89	50	Mehrfachkrümmungen		
16	81	95	Nr.	VK präop.%	Hauptkrümmungswinkel
17	60	95	1	83	60
18	90	80	2	50	75
19	61	49	3	70	50
20	54	82	4	53	90
21	70	59	5	80	132
22	84	63	6	91	90
23	73	73	7	84	61
24	70	35	8	73	68
25	80	46	9	75	128
26	75	95	10	78	95
27	74	62	11	84	68
28	52	105	12	90	40
29	91	62	MW	76	79
30	30	80			
MW	67	70			

Tab. 8: Präoperative Vitalkapazität in %, Lokalisation der Krümmung und Krümmungswinkel

3.3.2 Veränderungen der Vitalkapazität postoperativ

Bei 15 Patienten konnte 1 Jahr nach der Operation die Vitalkapazität kontrolliert werden. Dabei ergaben sich bei 11 Patienten Verbesserungen der auf Alter und Größe korrigierten Vitalkapazitätswerte. Bei 2 Patienten blieb die prä- und postoperativ gemessene Vitalkapazität gleich, und bei 2 Patienten ergab sich eine unwesentliche Verschlechterung (Tab. 9). Die postoperative Vitalkapazität lag zwischen 69 und 100% des Normwertes (Sollwert = 100%). Der Mittelwert lag $83 \pm 12\%$ und ergab somit eine Verbesserung der präoperativen Atemfunktion. Die postoperativen Krümmungswerte lagen zwischen 23 und 60 °, im Mittel 46 ± 11 °. Verglichen mit den präoperativen Werten von im Durchschnitt 66 ± 16 ° ergibt sich eine mittlere Krümmungsverbesserung von 20 ° (Tab. 9; Abb. 3 und 4).

Nr.	VK präop. %	Krümmung präop. ° nach COBB	VK postop. %	Krümmung 1 Jahr postop. ° nach COBB
1	62	66	70	47
2	70	68	100	48
3	70	95	70	55
4	70	80	70	58
5	80	90	90	60
6	85	61	84	39
7	70	85	90	49
8	84	62	100	39
9	61	46	80	29
10	82	72	89	51
11	84	95	69	60
12	86	47	80	45
13	90	40	89	40
14	84	47	80	42
15	37	35	90	23
	p 0,01		p 0,01	

Tab.9: Vergleich der prä- und postoperativen Vitalkapazität in % mit den prä- und postoperativen Wirbelsäulenkrümmungen in Grad nach COBB. n=15.

Die statistische Signifikanz nach dem Wilcoxon-Test lag sowohl für die Verbesserung der Vitalkapazität als auch für die Krümmungswinkelverbesserung bei $p = 0,01$.

In den Fällen, in denen nur geringe Verbesserung der Krümmungsverhältnisse eintrat, war die Verbesserung der Vitalkapazität ebenfalls gering oder verschlechterte sich unwesentlich (2 Fälle).

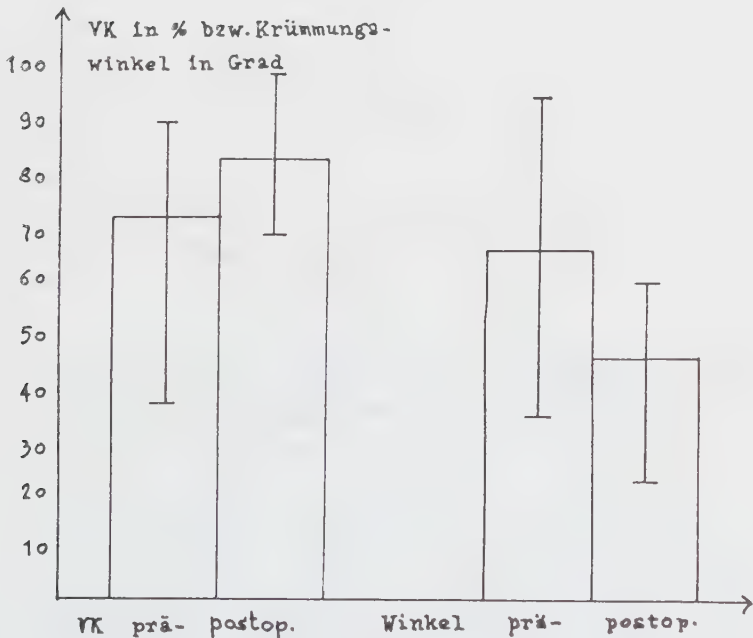


Abb. 3: Vergleich der durchschnittlichen prä- und postoperativen Vitalkapazität (VK) bzw. Skoliosekrümmung in Grad nach COBB mit Grenzen. $n=72$.

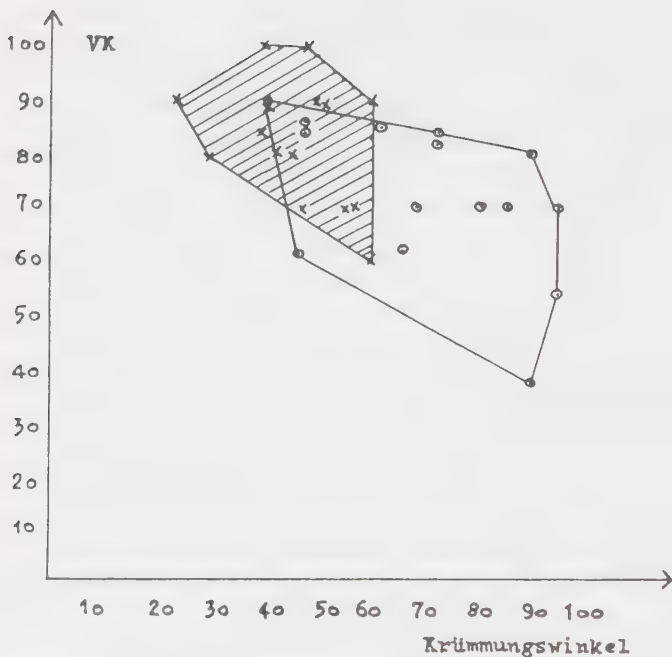


Abb. 4: Vergleich der prä- und postoperativen Vitalkapazitäts- (VK) und Krümmungswinkelbesserung.

o = präop.; x = postop. n=15

3.3.3 Vitalkapazität und Spondylodesebezirk

Wie wir bereits oben beschrieben haben, hängt die Einschränkung der Vitalkapazität nicht vom Sitz (Höhe) des Krümmungswinkels, jedoch von der Zahl der Krümmungen ab. Um nun eine Beziehung zwischen der Vitalkapazität und dem Spondylodesebezirk herzustellen, haben wir einmal die präoperative Vitalkapazitätseinschränkung rein thorakaler und thoracolumbaler Krümmungen späterer Spondylodesebezirke bis zu 8 und bis zu 16 versteiften Wirbelkörper zusammengestellt. Dabei lag die Vitalkapazität bei thorakalen Krümmungen (n=12) und einen

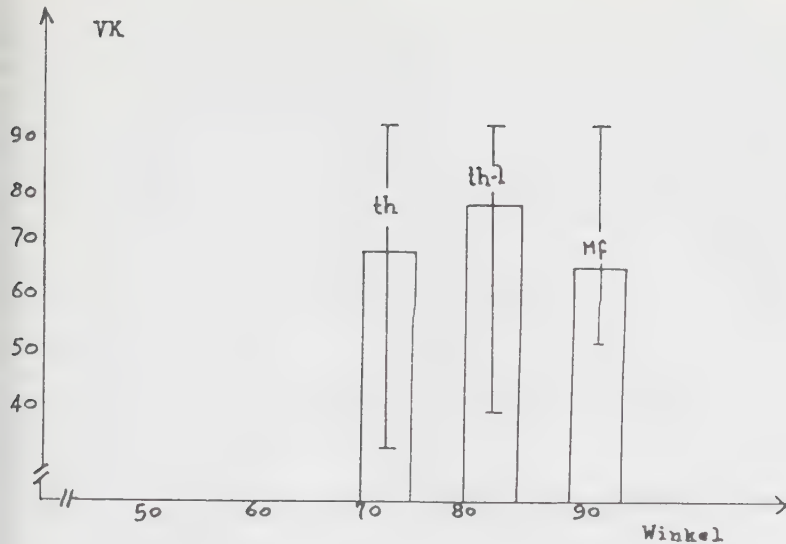


Abb. 5: Mittlere VK in % bei thoracalen (th), thoracolumbalen (th-l) und Mehrfachkrümmungen (Mf). n=52

späteren Spondylodesebezirk von 8 versteiften Wirbelelementen bei 68,3% (Normwert 100%). Bei thoracolumbalen Krümmungen (n=7) lag die im Mittel verbliebene Vitalkapazität bei 73,3%. Gesamtgesehen errechneten wir bei späteren Spondylodesebezirken von 8 oder weniger Wirbeln bei 19 Patienten eine Einschränkung der Vitalkapazität auf 70,1% des Normalwertes (Tab. 10; Abb. 5).

In der 2. Gruppe fassten wir 33 Patienten mit einem späteren Spondylodesebezirk von 9 bis 16 Wirbelkörpern zusammen. Bei 18 Patientern lag eine thorakale Krümmung mit einer mittleren Vitalkapazität von 66,8% vor. Bei 15 thoracolumbalen Krümmungen fand sich ein verbliebener Vitalkapazitätsmittelwert von 68,9%. Der Gesamtdurchschnitt der Vitalkapazität bei späterer Versteifung bis zu 16 Wirbelkörpern betrug 68 % (Tab. 10; Abb. 6).

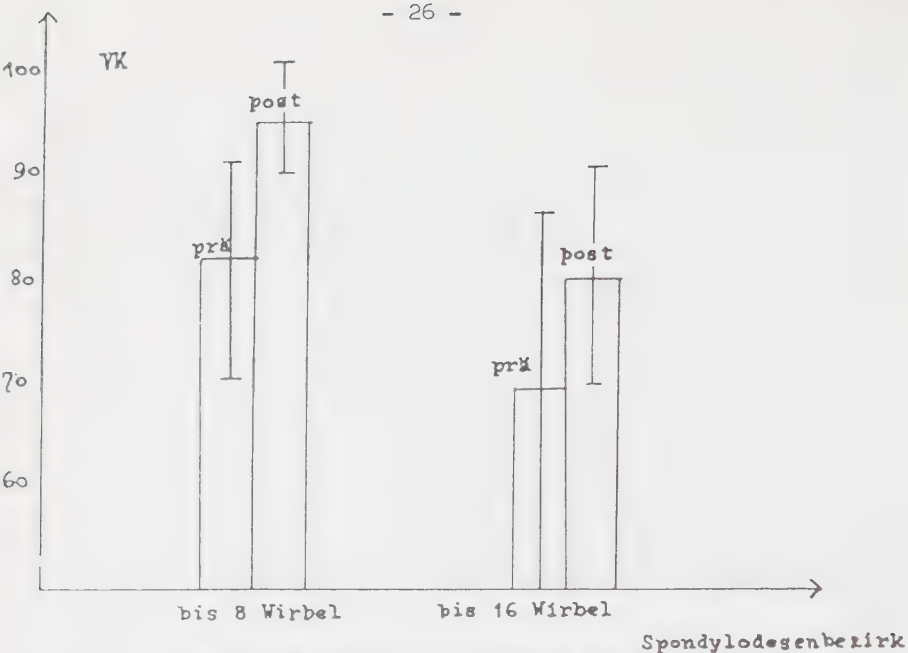


Abb. 6: VK bei Spondylodesebezirken von 8 und 16 Wirbeln. n=15

Gruppe 1 bis 8 versteifte Wirbelkörper			
Krümmung			
thorakal	n=12	30,70,63,89,81,60,70,84,73,70,77,52	MW68,3
thoracolumbal	n= 7	82,91,30,70,70,80,90	MW73,3
gesamt	n=19		MW70,1
Gruppe 2 bis 16 versteifte Wirbelkörper			
thorakal	n=18	55,48,84,30,95,87,86,40,62,49,85,90,54,80,75,91,30,61	MW66,8
thoracolumbal	n=15	37,85,80,33,70,57,83,50,53,91,84,73,75,78,84	MW68,9
gesamt	n=33		MW67,7

Tab. 10: Vitalkapazität in % in Bezug zur Lage der Wirbelsäulenverkrümmung präoperativ. n=52

Wir verglichen weiterhin die Vitalkapazität von 15 Patienten prä- und postoperativ. In der ersten Gruppe bis zu einem Spondylodesenbezirk von 2 versteiften Wirbelkörpern (n=4) fanden wir eine Verbesserung der Vitalkapazität von 13,6% (Mittelwert präoperativ 81,5%, postoperativ 94,5%; Tab. 11). Auch in der zweiten Gruppe mit einem Spondylodesenbezirk von 3 bis 16 Wirbelkörpern konnten wir eine Verbesserung der Vitalkapazität von 10,4% (Mittelwert präoperativ 69%, postoperativ 79,4%; Tab. 11) feststellen.

Gruppe 1 bis 2 versteifte Wirbelkörper		
präoperativ n= 4	54,70,82,31	MW 81,5
postoperativ	100,100,83,83	MW 94,5
Gruppe 2 bis 16 versteifte Wirbelkörper		
präoperativ n=11	54,61,62,37,70,80,85,86,84,70,70	MW 69,0
postoperativ	89,80,70,90,70,90,84,80,80,90,70	MW 79,4

Tab. 11: Vergleich der prä- und postoperativen Vitalkapazität in Bezug zur Länge des Spondylodesenbezirks.
n=15.

3.4 Bluttransfusionen

Bei unseren Patienten wurden 72 Operationen durchgeführt. Zur Erlangung des Operationszieles mußten 6 Patienten in 2 Sitzungen operiert werden. Wir haben die Anzahl der pro Operation nötigen Blutkonserven 875ml berechnet. Dabei fassen wir die Anzahl der Konserven bei 2 Sitzungen zu einer Operation zusammen, da zum Abschluß der Operation beide Sitzungen nötig waren und sie als Gesamtheit betrachtet werden müssen. Bei diesen 72 Operationen benötigten wir im Mittel 8,8 Konserven pro Patient.

Gesondert betrachteten wir die Anzahl der Konserven bei Reoperationen, weil je dieser Eingriff nicht geplant und erst durch Komplikationen notwendig wurde. Es fanden insgesamt 15

Reoperationen statt, bei denen pro Operation im Mittel 3,7 Blutkonserven benötigt wurden.

Bei 42 Patienten mußte postoperativ weiter Blut transfundiert werden. Im Durchschnitt brauchte jeder Patient weitere 1,9 Konserven.

Als Komplikationen beobachteten wir bei der Transfusion von insgesamt 767 Blutkonserven 1 Unverträglichkeitsreaktion. Als weitere Komplikation traten in 4 uns bekannten Fällen eine Hepatitis-B-Infektion auf, was einer Quote von 0,5% entspricht.

3.4.1 Transfusionen und Spondylodesebezirk

In diesem Abschnitt soll die Bluttransfusionsmenge in Abhängigkeit vom Spondylodesebezirk und damit in Abhängigkeit der Länge der vertebralen Krümmung bzw. der damit verbundenen Operationsausdehnung untersucht werden. Wir teilten in 3 Gruppen ein, wobei die Anzahl der versteiften Wirbelkörper und Lage der Verkrümmung unterschieden wurde.

Die Gruppe 1 umfaßte 17 Patienten mit einem Spondylodesebezirk bis zu 8 Wirbelkörpern. Bei rein thorakalen Krümmungen benötigte man im Durchschnitt bei 4 Patienten 6,8 Blutkonserven; bei thoracolumbalen Krümmungen erhöhte sich die Zahl der Konserven bei 13 Patienten auf durchschnittlich 7,5.

In der Gruppe 2 bis 11 versteiften Wirbelkörpern befanden sich 30 Patienten. Alle Krümmungen waren im thoracolumbalen Bereich. Es errechnete sich eine durchschnittliche Konservenzahl von 9,4 pro Patient.

Die Gruppe 3 bis zu 16 versteiften Wirbelelementen bestand aus 23 Patienten. Dabei wurde an 14 Patienten eine thoracolumbale Spondylodese durchgeführt; sie brauchten im Mittel 12,4 Blutkonserven. Bei den restlichen 9 Patienten mit thoracosakralen Spondylodesen wurden durchschnittlich 13,1 Konserven transfundiert.

Insgesamt kann man sagen, daß die Menge des nötigen Transfusionsblutes mit zunehmender Länge des Spondylodesebezirkes signifikant von durchschnittlich 7,1 Konserven bei 8 versteiften Wirbelkörpern auf 12,6 Konserven bei Versteifung

bis zu 16 Wirbelelementen steigt. (Abb. 7)

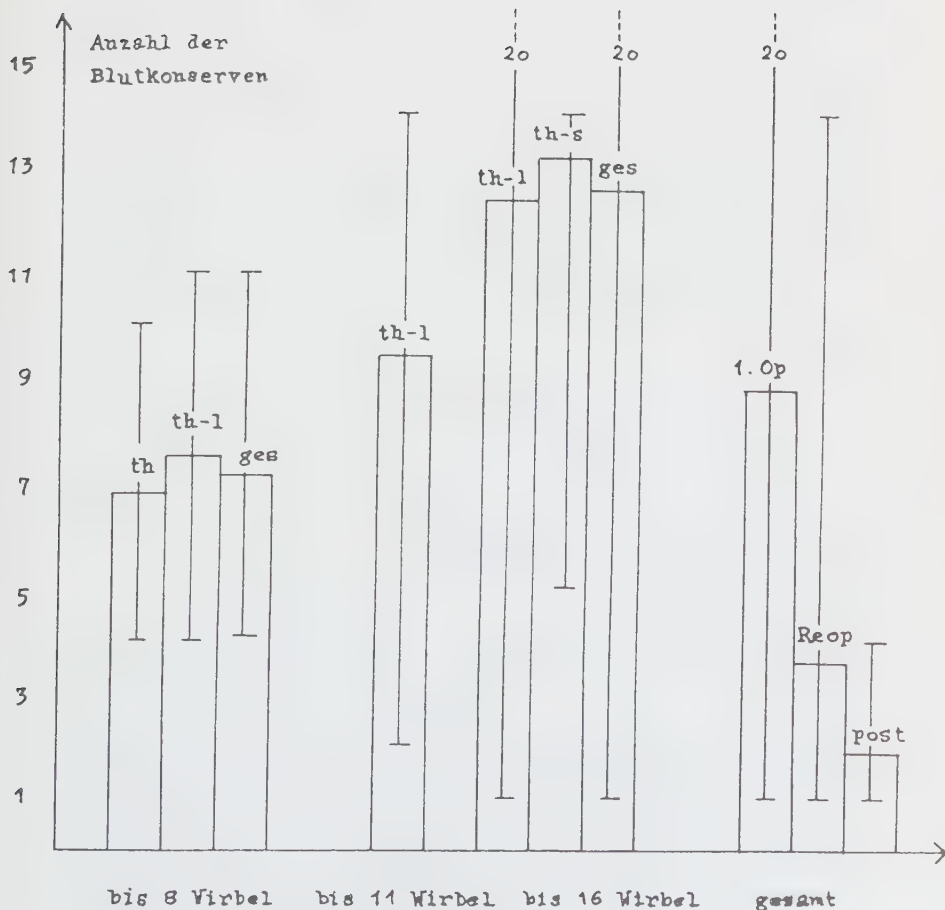


Abb. 7: Anzahl der Blutkonserven bei thorakalen (th) thoracolumbalen (th-l) und thoracosakralen (th-s) Verkrümmungen bei Spondylodesenbezirken bis 8, 11 und 16 Wirbeln. n=91.

3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend werden nun die Ergebnisse unserer Untersuchung beschrieben, um einen Überblick über die Komplikationen, sowie über die respiratorische und kardiale Situation bei Skoliosepatienten zu bekommen.

Bei 66 Patienten war 1 Operationssitzung nötig. Bei 6 Patienten mußte wegen einer Zusatzoperation in 2 Sitzungen operiert werden. Der Hauptgrund von 15 Reoperationen war Stabilitätsverlust des Stabes in 11 Fällen. In 2 Fällen handelte es sich um passagere Lähmungen und in 2 Fällen um eine Infektion.

Unspezifische Komplikationen, die bei jeder Gips- und Extensionsbehandlung sowie bei jedem operativen Eingriff auftreten können, waren selten. Kardiale und hämodynamische Komplikationen traten nicht auf. 8 Fälle von oberflächlichen Ulcera je 1 Fall von Pneumonie und tiefer Infektion sowie 1 Fall von Gastroenteritis heilten schnell und folgenlos ab. In 4 Fällen wurde uns eine transfusionsbedingte Hepatitis-B-Infektion bekannt. In 4 Fällen traten allergische Reaktionen unterschiedlicher Genese auf.

Skolioseoperationsbedingte Komplikationen waren ebenfalls selten. Bei allen 93 operativen Eingriffen beobachteten wir als bleibende, schwerwiegende Folgen 1 Fall von schlaffer Beinlähmung, 1 Fall von Konussyndrom, 1 Peronäuslähmung und 1 einseitige Ataxie mit Beinschwäche. Die übrigen neurogenen Komplikationen waren leichter und vorübergehender Natur. Ein Cast-Syndrom trat in keinem der Fälle auf.

Operationstechnisch bedingt kam es in 4 Fällen zu einem Hämato-pneumothorax, sowie einmal zu einer Duraeröffnung mit Liquoraustritt ohne bleibende Folgen.

Materialbedingt kam es in 2 Fällen zum Stabbruch, bei 8 Patienten zu einem Hakenausriß und bei 4 Patienten zu Stablockerung. Zur Behebung dieser Störungen mußten 10 Reoperationen durchgeführt werden. In der präoperativen Phase beobachteten wir 1 Fall von Haloausriß.

Bei den Ekg-Aufzeichnungen konnte man bei 58 von 66 Patienten ein normales, altersentsprechendes Ekg finden. Skoliose-

bedingt waren nur 2 Fälle von Rechtsherzhypertrophie. Die übrigen Veränderungen waren organisch oder leitungsbedingt und stellten ebenfalls keine Kontraindikation für die Operation dar. In beiden der oben genannten Rechtsherzhypertrophiefällen, bei denen eine Nachuntersuchung 1 Jahr postoperativ durchgeführt werden konnte, war eine restitutio ad integrum zu verzeichnen.

Es zeigte sich bei insgesamt 55 Patienten bei präoperativen Vitalkapazitätsmessungen, daß die Vitalkapazität im Mittel um 33 % eingeschränkt war. In einer postoperativen Nachuntersuchung von 15 Patienten 1 Jahr postoperativ verbesserte sich die Vitalkapazität durch den operativen Eingriff um durchschnittlich 11 % bei statistischer Signifikanz. Einige Patienten erreichten sogar den Sollwert. Dabei waren keine nennenswerten Unterschiede der Größe der Vitalkapazität in Bezug zur Lage und Länge der Krümmung zu erkennen.

Im Mittel mußten 14,4 Blutkonserven pro Patient transfundiert werden. Die Beziehung zwischen Spondylodesenlänge und Transfusionsmenge ergab eine positive Korrelation.

4. Diskussion

4.1 Allgemeines

Unsere Studie soll durch die Feststellung einer niedrigen Komplikationsrate beitragen, die Scheu vor einer Skolioseoperation abzubauen. Die meisten Komplikationen sind leichter Art und zum Großteil voll reversibel. Je früher eine Skolioseoperation durchgeführt werden kann, um so erfolgversprechender sind die Ergebnisse des Eingriffs. Langzeitschäden können zumindest gemildert, wenn nicht verhindert werden. Rechtsherzüberlastung sowie Einschränkungen der Vitalkapazität können entscheidend verbessert und ihre Progredienz aufgehalten werden. Die psychosozialen Folgen durch zunehmende Verunstaltung, Verlust oder Einschränkung der Arbeitsfähigkeit und Sinken der Lebensqualität können durch die operative Skoliosekorrektur sehr klein gehalten werden.

Trotz zahlreicher Übersichtsarbeiten, die Vergleiche zur DGOT anstellen, wollen wir in unserer Arbeit im Vergleich zur DGOT neue Ergebnisse der Komplikationsrate und neue Aspekte zur Verbesserung der kardio-respiratorischen Situation erarbeiten.

4.2 Komplikationen im Vergleich zur DGOT

4.2.1 Unspezifische Komplikationen

Die gefürchtetste Komplikation ist der intraoperative Herzstillstand, der selbst wenn er reversibel sein sollte, mit dauernden cerebralen Schäden einhergehen kann. Bei unserem Kollektiv kam es bei insgesamt 93 operativen Eingriffen in keinem Fall zu Herzstillstand oder Tod. SCHEIER (1977) berichtete bei 375 Operationen über 4 Herzstillstände mit 2 Fällen von irreversiblen cerebralen Folgen. Bei BEYELER (1976) kam es bei 1617 Patienten ebenfalls 4 mal zu Herzversagen, wobei 2 Patienten während der Operation verstarben.

Auch in der DGOT (ROMPE, 1976) erlitten 4 Patienten Herzstillstand, 6 Patienten einen hämorrhagischen Schock; 2 Patienten verstarben. Auch postoperativ werden in der DGOT von 12 und bei FLEISSNER (1975) bei 164 Patienten von 1 Todesfall berichtet. Fälle von Verbrauchskoagulopathie (ZIELKE, 1977) traten bei uns nicht auf.

Durch sorgfältige Thromboseprophylaxe konnten wir das Thromboserisiko auf Null senken. ZIELKE (1977) berichtet von 1 Thrombose bei 35 Patienten, BEYELER (1976) bei 1617 und ROMPE (1976) bei 1681 Patienten von je 4 Fällen von Thrombose. Über Stressulcera und größere, intraoperativ stillbare, venöse Blutungen, die bei uns in je 1 Fall aufgetreten sind, wird in vergleichbaren Arbeiten nicht Stellung genommen. Es handelt sich vergleichsweise um geringe Störungen, die leicht behoben werden können, und deshalb wohl nicht extra aufgeführt wurden. 6 von 8 Fällen oberflächlicher Ulcera infolge der prä- und postoperativen Gipsbehandlung heilten bei uns ohne Maßnahmen aus. In 2 Fällen mußte antibiotisch behandelt werden. NICKEL (1968) und ROUSEAUX (1975) berichten über eine ähnliche Komplikationsrate. In der DGOT-Studie und bei BEYELER (1976) wird auf diese Komplikationen nicht eingegangen. Pneumonien traten bei uns seltener auf als in vergleichbaren Studien. Wir beobachteten lediglich 1 Fall von antibiotisch schnell beherrschbarer Pneumonie. BEYELER (1976) berichtet von 64 Pneumonien bei 1617 Patienten. In der DGOT sind 7 Pneumonien aufgetreten. Als Erklärung für die niedrige Pneumonierate betrachten wir die bei uns frühzeitig durchgeführte, intensive Atemgymnastik postoperativ. Auch tiefe Infektionen traten bei anderen Untersuchern häufiger auf als bei uns. Wir beobachteten einen komplikationslosen Fall; BEYELER (1976) beobachtete bei 1617 Patienten 21, ROMPE (1976) 51 bei 1681 Patienten, FLEISSNER (1975) bei 164 Patienten 7 und ZIELKE (1977) bei 35 Patienten 3 Fälle von tiefer Infektion. Transfusionsbedingte Hepatitis-B-Infektion wurde uns in 4 Fällen bekannt. BEYELER (1976) berichtet lediglich bei 1617 Patienten über 3 Fälle und ROMPE (1976) gibt die Zahl der Hepatitisfälle mit 4 an,

was uns sehr wenig erscheint, da wir im Vergleich mit der Hepatitisrate bei anderen Operationen günstig liegen.

Flüchtige allergische Reaktionen sahen wir in 4 Fällen; es handelte sich in 2 Fällen um eine allergische Reaktion auf Gips und Ampicillin. In der uns bekannten Literatur wird auf diese Komplikation nicht eingegangen.

4.2.2 Spezifische Komplikationen

Die folgenschwersten Komplikationen bei der Skolioseoperation sind neurologischer Art. Seit Einführung des Aufwachtestes (STAGNARA, 1976) können noch intraoperativ Lähmungen erkannt und behoben werden. Dadurch konnte die Zahl der Spätfolgen erheblich verringert werden. Wir beobachteten in 2 Fällen einen pathologischen Aufwachtest. 1 Fall von Paraplegie konnte dadurch erkannt und zur Rückbildung gebracht werden. In 1 Fall blieb jedoch die schlaffe Beinlähmung bestehen (vor Einführung des Aufwachtestes). ZIELKE (1977) berichtet bei 24 Patienten über 1 Paraplegie. Bei SCHEIER (1977) traten bei 375 Operationen ebenfalls 1 schlaffe Beinlähmung auf. In der DGOT erlitten 20 Patienten eine Beinspätlähmung. STAGNARA (1973) hatte bei 172 Patienten 2 Beinlähmungen. Bei FLEISSNER (1975) bei 164 Patienten und bei ZIELKE (1977) bei 24 Patienten trat je 1 Fall von Beinlähmung auf.

Blasen- und Mastdarmlähmung, die bei uns in 1 Fall auftraten, erwähnt Scheier (1977) bei 375 Patienten einmal. MENNING (1974) schreibt ebenfalls über diese Komplikationen, ohne jedoch genaue Zahlen aufzuführen. Auch ZIELKE (1977) hatte 1 Fall von Blasen- und Mastdarmlähmung bei 24 Patienten. Andere medulläre Komplikationen, die nicht näher definiert werden, traten bei STAGNARA (1975, 172 Patienten) 7 mal, bei PELOUX (1970, 1978 Patienten) 9 mal und bei ZIELKE (1977, 24 Patienten) 3 mal auf. YAU (1974) berichtet ohne Zahlenangaben über medulläre Komplikationen.

Abduktorenschwäche und eine gegenseitige Ataxie trat bei uns ebenso wie eine Peronäuslähmung in je 1 Fall auf. Ähnliche Komplikationen sind in der Literatur möglicherweise wegen

der geringen Tragweite nicht erwähnt. Sensibilitätsstörungen der Beine in 2 Fällen konnten bei uns restituiert werden. Sie traten bei SCHEIER (1977, 375 Patienten) in 3 Fällen bleibend auf. ROMPE (1976) und BEYELER (1976) berichten über 0,3% bleibende Sensibilitätsstörungen. Hirnnervenläsionen, die O'BRIAN (1973) beschreibt, traten bei uns nicht auf. Bemerkenswert erscheint, daß bei uns im Gegensatz zu anderen Studien kein einziger Fall von Cast-Syndrom aufgetreten ist. In der DGOT-Studie sowie bei SCHEIER (1976) wurde in 0,6 bzw. 0,3% der Patienten ein Cast-Syndrom beobachtet.

Als operationstechnische Komplikation kam es bei uns in 4 Fällen zu einem Hämato-pneumothorax im Rahmen von Rippenbuckelresektionen (Zusatzoperationen). SCHEIER (1977, 375 Patienten) berichtet von 1 Fall von Hämato-pneumothorax, BEYELER (1976, 1617 Patienten) von 14 und ROMPE (1976) in der DGOT von 8 Fällen. Diese konnten ebenso wie bei uns durch Absaugung ohne bleibende Schäden behoben werden. Ein Chylothorax, wie ZIELKE (1977) berichtet, ist bei uns nicht aufgetreten.

Duraeröffnung - bei uns in 1 Fall - mit Liquoraustritt wird in der Literatur lediglich von BEYELER (1976) beschrieben. Bei seinen 1617 Patienten trat diese Komplikation 3 mal auf.

Bei den durch schlechte Biomechanik bedingten Komplikationen nimmt der Stabbruch eine bedeutende Rolle ein. Bei uns kam es in 2 Fällen zum Stabbruch. ROMPE berichtet bei 1681 Patienten über 68 Stabbrüche.

Hakenausriß kam bei uns 8 mal vor. In der DGOT traten 68 Hakenausrisse und bei ZIELKE und STUNKAT (1977, 35 Patienten) 5 Fälle auf.

Stablockerung, bei uns in 4 Fällen, wird in der uns bekannten Literatur nicht gesondert erwähnt.

Haloausriß kam bei uns erheblich seltener vor als bei anderen Untersuchungen, was dadurch erklärt wird, daß bei unseren Patienten der Zug am Halo länger, jedoch mit weniger Zuggewicht erfolgt. PELLIN (1976) hatte eine Komplikationsrate von 4,5%. Insgesamt erscheint uns die Komplikationsrate ähnlich wie in vergleichbarer Literatur zu sein.

4.3 Ekg

An skoliosetypischen Ekg-Veränderungen fanden wir präoperativ in 2 Fällen Rechtsherzhypertrophie und einen Fall von Rechtsverspätung. Die übrigen Veränderungen waren organischer Natur und stellten ebenso wie die oben genannten keine Operationskontraindikation dar. In der Literatur hat lediglich MEZNIK (1976) 22 Fälle ekographisch begutachtet und festgestellt, daß nur geringe kardiale Veränderungen vorhanden gewesen seien. Bei unbehandelten Erwachsenen skoliosen hingegen wird an mehreren Stellen (PEYER 1975); COLLINS (1975); PONSETTI (1969); NACHEMSON (1968); NILSSONNE, LUNDGREN (1968)) als gefürchtete Komplikation die Ausbildung eines Cor pulmonale berichtet. Interessant zu bemerken ist, daß - wenn auch aufgrund der geringen Fallzahl nicht beweisend - bei einer Nachuntersuchung nach 1 Jahr (der 2. Fall konnte nicht nachuntersucht werden) von Rechtshypertrophie nicht mehr nachweisbar waren.

4.4 Vitalkapazität

Bei 52 von uns untersuchten Patienten war die Vitalkapazität vor Operation im Mittel um 33% eingeschränkt. ZIELKE und STUNKAT (1977) fanden bei 27 Patienten mit einer verbliebenen Vitalkapazität von 70%, REINHARD und HAASIS und HILPERT (1977) mit einer präoperativen Vitalkapazität von 66,4% annähernd die gleichen Werte wie wir. HILPERT (1975) fand nennenswerte Vitalkapazitätseinschränkungen bei Verkrümmungen über 80°. Geschlechtsunterschiede konnten wir nicht feststellen, und solche werden auch in der Literatur nicht beschrieben. Wir versuchten Unterschiede der Vitalkapazitätseinschränkung bezüglich der Lokalisation der Krümmung herauszuarbeiten. Wir fanden keine signifikanten Unterschiede zwischen thorakalen und thoracolumbalen Verkrümmungen. Auch PEYER (1975) fand nur einen unwesentlichen Unterschied der Vitalkapazitätsminderung von 3 % bei thoracolumbalen Verkrümmungen verglichen mit rein thorakalen Krümmungen. Auch der Schweregrad der Ver-

krümmung hatte bei unseren Patienten keinen wesentlichen Einfluß auf die Größe der Vitalkapazitätsminderung. In der Literatur sind die Meinungen über Abhängigkeit der Vitalkapazitätsminderung vom Krümmungswinkel unterschiedlich. HEINE (1972) konnte ebenso wie wir keine signifikanten Korrelationen zwischen Skoliosewinkel und Vitalkapazitätseinschränkung finden. PEYER (1975) hingegen fand einen Unterschied in der Vitalkapazität bei Skoliosen über 80° verglichen mit Verkrümmungen unter 80° von 20 %. GÖTZE (1973) berichtet bei 60 Patienten ebenfalls über eine positive Korrelation zwischen Skoliosewinkel und Vitalkapazitätsminderung.

Es wird in der Literatur berichtet, daß vorerst die Vitalkapazität postoperativ sinkt (ZIELKE (1977); REINHARD (1977); STOBOY (zit.n.MEZNIK, 1976)), um sich bis zu 1 Jahr postoperativ zu bessern. Über das Ausmaß der Besserung kamen die Autoren zu unterschiedlichen Ergebnissen. AEPPLI (1964), NAGY (1966), SCHEIER (1967), ERICSON (1973), MEISTER (1973), HILPERT (1975), MEZNIK (1976) und ZIELKE (1977) berichten über postoperativ keine Verbesserung der Vitalkapazität, verglichen mit den präoperativen Ausgangswerten.

SCHOBERT (1967), MEZNIK (1972), REINHARD (1977) und STUNKAT (1977) beobachteten eine grundsätzliche Verbesserung der Vitalkapazität postoperativ; wobei REINHARD (1977) einen signifikanten Anstieg der Vitalkapazität erst ab 3. postoperativen Jahr beschreiben konnte. Es wird auch über eine postoperative Verschlechterung der Vitalkapazität bei GUCKER (1962) und WESTGATE (1969) berichtet. Bei unseren Untersuchungen konnten wir 1 Jahr postoperativ eine grundsätzliche Verbesserung der Vitalkapazität im Mittel um 11 %, verglichen mit den präoperativen Ausgangswerten feststellen. Absolut war bei 13 % der nachuntersuchten Patienten eine unwesentliche Verschlechterung und bei 13 % keine Veränderung der Vitalkapazität. Dabei ist besonders hervorzuheben, daß sich die Vitalkapazität um so mehr verbesserte, je vollständiger die Wirbelsäulenaufrichtung gelang. Diese Korrelation ist mit $p = 0,01$ hochsignifikant. Alle im Kapitel 4.4 zitierten Autoren sind der Meinung, daß eine Progredienz der Vitalkapazitätsminderung

durch eine Skolioseoperation aufgehalten werden kann.

4.5 Bluttransfusionen

Bei unseren Skolioseoperationen mußten im Durchschnitt 14,4 Blutkonserven transfundiert werden. Bei Zunahme der Länge des Spondylodesenbezirkes (längere und schwierigere Operation) stieg die Zahl der transfundierten Blutkonserven signifikant an. Verglichen mit der Literatur, in der übereinstimmend eine Hepatitisrate von 1:250 beschrieben wird, hatten wir mit 1 : 192 eine etwas höhere Hepatitisrate zu verzeichnen.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden an Hand von 72 Skoliosepatienten ein Überblick über das allgemeine und spezifische Behandlungsrisiko von präoperativer und operativer Skoliosebehandlung erarbeitet. Einleitend wird ein Überblick über das Erscheinungsbild, die Verlaufsformen und Behandlungsmethoden der Skoliose gegeben.

Wir konnten bei unserem Patientenkollektiv im Gegensatz zu anderen Studien keine durch das allgemeine Operationsrisiko bedingten Komplikationen beobachten. Myelogene, bleibende Komplikationen, nämlich Lähmungen und Sensibilitätsstörungen traten bei uns verglichen mit der Literatur ebenfalls seltener auf. Wir hatten lediglich eine höhere Transfusionshepatitisrate als andere Untersucher.

Ein prä- und postoperativer Ekg-Vergleich ergab Normalisierung einer präoperativen Rechtsherzbelastung.

Die präoperative Vitalkapazitätseinschränkung bei Skoliosepatienten betrug im Mittel 33 %. Durch die Skolioseoperation konnte die Lungenfunktion gebessert werden. 1 Jahr post operationem wurde eine Verbesserung um 11 % erreicht, wobei einzelne Patienten sogar Normwerte erreichten. Die Funktionsverbesserung war unabhängig von der Lage und der Länge der ursprünglichen Krümmung.

Die Notwendigkeit im geeigneten Alter eine Skolioseoperation durchzuführen, um Spätschäden, wie die Ausbildung eines Cor pulmonale und respiratorischer Insuffizienz zu verhindern, sowie lebenslange psychische Störungen gering zu halten, haben wir versucht klar herauszuarbeiten.

6. Literatur

1. AEPPLI, U.:

Das Ergebnis der Spondylodese Jugendlicher im Hinblick auf die Lungenfunktion.

Arch.Orthop.Unfallchir. 56:155-165 (1964)

2. BAUER, R.:

Die operative Behandlung der Skoliose.

Med.Orthop.Technik 2:41-81 (1979)

3. BEYELER, J., Peyer, J., v.Raven, M.:

Komplikationen bei von dorsal versteiften Skoliosen.

Z.f.Orthopädie 114:567-72 (1976)

4. CAMPBELL, R.:

Statistische Methoden für Biologie und Medizin

Georg Thieme Verlag Stuttgart (1971)

5. COBB, I.R.:

Cutline for the study of scoliosis.

Amer.Orthop.Surg. 5:261 (1948)

6. COTTA, H.:

Lehrbuch der Orthopädie

Georg Thieme Verlag Stuttgart (1977)

7. DREIER, W.:

Erste Behandlungsergebnisse mit der Hannover'schen Skoliosenorthese in der Orth.Universitätsklinik Gießen

Orthop.Technik 9:21 (1975)

8. ERICSON, H., Foss-Hauge, M.:

Cardio-pulmonary function in scoliotic patients treated with spinal fusion.

Acta orth. scand. 33:395-396 (1963)

9. ERLACHER, Ph.:
Muß das Menschenkind auf dem Rücken liegen?
Wien Klin.Wschr. 71:937 (1959)
10. FLEISSNER, H., K., Hein. W.:
Ergebnisse der operativen Skoliosenbehandlung in
der Technik nach Matzen.
Beitr.Orthop.u.Traumat. 22:H4 (1975)
11. GÖTZE, G.:
Technik der operativen Skoliosebehandlung und
deren Komplikationen
Orthopäde 1:250-263 (1973)
12. GÖTZE, G., Wenger, D., Hein, J.:
Langzeitergebnisse der funktionellen Skoliosebe-
handlung mit dem Milwaukee-Korsett
Med.Orthop.Technik 2:41-81 (1979)
13. GÖTZE, G.:
Möglichkeiten und Grenzen der krankengymnastischen
Behandlung der Skoliose.
Manuelle Medizin 13:64-71 (1975)
14. GUCKER, T.:
Changes in vital capacity in scoliosis
J.Bone Jt. Surg. 44a:469 (1962)
15. HANSEN, Th.:
Praktische Bewährung der Methode Schroth.
Z.Orthop. 114:461 (1976)
16. HEINE, J., Meister, R.:
Quantitative Untersuchungen der Lungenfunktion
und der arteriellen Blutgase bei jugendlichen
Skoliosen mit Hilfe eines "Funktionsdiagnosti-
schen Minimalprogramms".
Z.Orthop. 110:56-62 (1972)

17. HEINE, J., Meister, R., Kreuz, I.:
Die Indikation zur operativen Behandlung der
Skoliose aus orthop. und internist. Sicht
Orthop.Prax. 12:461 (1976)
18. HELBIGE Fa.:
Nomogramm zur Ermittlung der Vitalkapazität.
Fa. Hellige Freiburg (1977)
19. HENKE, G.:
Technik der Dwyer Operation.
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis 72:22 (1977)
20. IDELSBERGER, K.:
Lehrbuch der Orthopädie
Springer Verlag (1977)
21. JAMES, J.N.F.:
Idiopathic Scoliosis: The prognosis, diagnosis
and operative indications related to curve
pattern and the age of onset.
J. Bone Surg. 36 b:36 (1954)
22. JAMES, J.N.F.:
Scoliosis
Livingstone, Edinburgh (1967)
23. JOHN, H., Fuhrmann, H.:
Behandlungsergebnisse in der Hannover'schen
Skoliosenorthese.
Med.Orthop.Technik 2:41-81 (1979)
24. KALLASIS, M.:
Die funktionelle Umkrümmungsbehandlung der dor-
salen Skoliose bei Säuglingen und Kleinkindern.
Z.Orthop. 98:442 (1964)

25. Krämer, I.:
Grundlagen zur funktionellen Behandlung der
idiopathischen Skoliose.
Z.Orthop. 114:452 (1976)
26. LEHNERT-SCHROTH, Chr.:
Die Behandlung der Skoliose nach dem System
"Schroth".
Krankengymnastik 27:322-327 (1975)
27. MATTHIAS, H., Lukas, H., Benkelberg, B.:
Erste Erfahrung mit der Derotationsorthese von
Chêneau.
Med.Orthop.Technik 2:41-81 (1979)
28. MATZEN, K., Fischer, V.:
Die operative Skoliosenbehandlung nach Harrington
und Max Lange. Eine vergleichende Studie.
Arch.f.Orthop. u. Unfallchir. 82:9-18 (1975)
29. MEISTER, R., Heine, J.:
Pulmonary function in young patients with
scoliosis before and after Harrington correction.
Z.f.Orthop. 111:749-755 (1973)
30. MEZNIK, F., Kummer, F.:
Skoliose und Lungenfunktion
Z.f.Orthop. 108:382-389 (1970)
31. MEZNIK, F., Koller, H., Kummer, F.:
Die Entwicklung der Lungenfunktion nach Skoliose-
operationen.
Z.f.Orthop. 110:542-544 (1972)
32. MEZNIK, F., Götz, G., Heine, J., Henche, H.R.:
Kardiopulmonale Aspekte beim unbehandelten und
operierten Skoliosepatienten
Z.f.Orthop. 114:582-583 (1976)

33. NACHEMSON, A., Nordwall, A.:
Scoliosis idiopathic effestivness of preopera-
tive Cotrelltraction.
J.Bone Jt. 59 a : 504 (1977)
34. NAGY, G., Barta, G.:
An skoliotischen Kranken unternommene Atemfunk-
tionsuntersuchungen.
Z.f.Orthop. 105:166 (1966)
35. NEUGEBAUER, H.:
Die Mieder-Hormontherapie idiopathischer Skolio-
sen nach 10 Jahren Erfahrung.
Med.Orthop. Technik 2:41-81 (1979)
36. NICKEL, V., L., Perry, J., Garrett, Al, Heppenstall, M.:
The Halo.
J.Bone Jt.Surg. 50a:1400-1409 (1968)
37. O'BRIAN., J.P., Yau, A., Gertzbein, S., Hodgson, A.:
Combined staged anterior and posterior correction
and fusion of the spine in scoliosis following
poliomyelitis.
Clinical Orthopedics and related Research
110:81-89 (1975)
38. PELLIN, B., Zielke, K., Beaujean, J.:
Gipslose Extensionsmethoden zur Korrektur und prä-
operativen Behandlung von Skoliosen.
Z.f.Orthop. 114:520-514 (1976)
39. PELOUX, I., Cotrel, Y., GUILLAUMOT, M., Carlioz, H., Sal-
vanove, C., Michel, G.R., Desbroses, I.:
Complications par et post opératoires précoces
du Harrington
G.E.S. Lyon (1970)

40. PEYER, J.:

Die Skoliose beim Erwachsenen.
Z.f.Orthop. 113:577-582 (1975)

41. ROMPE, G.:

Grundlagen der krankengymnastischen Behandlung
idiopathischer Skoliosen im Kindesalter
Krankengymnastik 27:297-303 (1975)

42. ROMPE, G.:

Multizentrische retrospektive Erhebungen an 1681
in den Jahren 1960 bis 1973 operativ von dorsal
versteiften Skoliosen.
Z.f.Orthop. 114:538-546 (1976)

43. ROSEAUX, F.:

Deux cas de pénétration intracrânienne de
pointeaux de Halo chez l'enfant
Réunion du G.E.S. Ed.Sofamor, LeMans 119-122 (1975)

44. SCHEIER, H.J.G.:

Spezifische Komplikationen der operativen Skoliose-
und Kyphosebehandlung.
Orthopäde 6:228-232 (1977)

45. SCHMITT, E., Ewald, W.:

Ergebnisse der Skoliosebehandlung im Stagnara-
Korsett
Med.Orthop. Technik 2:41.81 (1979)

46. SCHNEIDER, T.G.:

Die Spondylose des Skoliotikers und die operative
Skoliosentherapie.
Verh.Dtsch.Ges.Orthop.Traum. 50.Kongress München
: 89 (1962)

47. SCHOBERT, H., Böhmer, D.:

Spirometrische Verlaufskontrollen operierter
Skoliosen.
Verh.Dtsch.Ges.Orthop. 101:386-391 (1966)

48. STAGNARA, P., Fancon, B., du Peloux, I., Fauchet, R.:
Indications de la gymnastique, des procédés
orthopediques et de la chirurgie dans les
scolioses idiopathiques.
Gaz.med.Fr. 3 :865 (1965)
49. STUNKAT, R., Zielke, A.M.:
Technik der VDS Operation
Wirbelsäule in Forschung und Praxis 72:30 (1977)
50. ULRICH, R.:
Spätergebnisse der Lungenfunktion nach Skoliose-
operation.
WS in Forschung und Praxis 72:72 (1977)
51. VALENTIN, A.:
Geschichte der Orthopädie.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1961)
52. WALKER, G.F.:
An evaluation of an external splint for
idiopathic structural scoliosis in infancy.
J.Bone Jt.Surg. 47b:524 (1965)
53. WESTGATE, H.D., Moe, J.H.:
Pulmonary function in kyphoscoliosis before and
after correction by the Harrington instrumen-
tation.
method.J.Bone Jt. Surg. 51a:935 (1969)
54. WITT, A.N., Hackenbroch, M.:
Orthopädisch-chirurgischer Operationsatlas Bd.
3 Wirbelsäule und Becken
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1974)
55. ZIELKE, K., Stunkat, R.R.:
Ergebnisse der ventralen Derotationsspondylodese
WS in Forschung und Praxis 72 : 42 (1977)

56. ZIELKE, K., Pellin, B.:

Ergebnisse operativer Skoliosen- und Kyphoskoliosenbehandlung beim Adolescenten über 18 Jahre und beim Erwachsenen.

Z.f.Orthop. 113:157-174 (1975)

57. ZIELKE, K.:

Präoperative Mobilisationsgymnastik, Extensionmethoden und unmittelbare postoperative Krankengymnastik bei stabilisierenden Wirbelsäulenoperationen

Z.f.Orthop. 114:467-469 (1976)

Lebenslauf

Ich, Petra Gerlach, geb. Schneider, wurde als Tochter des Flugkapitäns Karl Schneider und seiner Ehefrau Rose, geb. Steinberger, am 27.10.1949 in Erding geboren.

Von 1956 - 1961 besuchte ich die Volksschule an der Maria-Ward-Strasse in München. Dann trat ich in das Gymnasium der Englischen Fräulein in München ein, wechselte nach der zehnten Klasse in das Edith-Stein-Gymnasium, wo ich im Juni 1971 die Reifeprüfung ablegte.

November 1971 begann ich mit dem Studium der Chemie, bis ich 1975 die Zulassung zum Medizinstudium an der Universität Aachen erhielt. Im März 1976 wechselte ich an die Universität Erlangen und bestand hier im März 1978 die ärztliche Vorprüfung.

Im März 1979 bestand ich dann das erste medizinische Staatsexamen und im März 1981 legte ich das zweite medizinische Staatsexamen ab.

Von April 1981 - März 1982 absolvierte ich das Praktische Jahr in der Chirurgie, der Inneren Abteilung im Städtischen Klinikum Nürnberg und im Wahlfach Orthopädie an der orthopädischen Universitätsklinik Erlangen.

Meine Approbation erhielt ich nach Bestehen des 3. medizinischen Staatsexamens am 26.4.1982.

